

AÑO 1959

Expediente núm.

246790



REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

PATENTE DE INVENCION

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de

una PATENTE DE INVENCION por VEINTE años, en España

a favor de

NORTH AMERICAN AVIATION, INC, de nacionalidad
norteamericana domiciliado en International Airport, Los
Angeles, California.

por:

« UN REACTOR NUCLEAR »

P - 17.844

Núm. 43.831 Case U.S. Ser.

Núm. 713014-Docket 7A57

246790



- 4 MAR. 1959

MEMORIA DESCRIPTIVA
para solicitar
PATENTE DE INVENCION
en
ESPAÑA
por VEINTE años

a nombre de NORTH AMERICAN AVIATION, INC., entidad norteamericana, establecida en International Airport, Los Angeles, California, por:

"UN REACTOR NUCLEAR"

La presente invención se refiere a un reactor nuclear de uranio natural para la producción de energía, y más especialmente a un reactor de este género que no necesita someter a fuerte presión su moderador ni su refrigerante.

5

Los reactores de uranio natural están adquiriendo interés e importancia crecientes en aquellos países en los que no se dispone, por medios propios, de uranio enriquecido. Ahora bien, uno de los inconvenientes de los reactores de uranio natural con respecto a los de uranio enriquecido es el mayor coste de instala-

246790



5 ción del reactor debido a su tamaño inherentemente más grande. Este coste o capital de inversión aumenta considerablemente en el caso de los reactores de uranio natural, que requieren un equipo de recipientes de alta presión para el moderador y a los sistemas de refrigeración. Los refrigerantes que se vienen usando hasta ahora, tales como agua y gases, deben ser sometidos a presión para impedir la ebullición, en el caso del agua, y para aumentar la densidad de los gases. Incluso con el empleo de estas altas presiones, y los costes de inversión tan grandes que de 10 ello resultan, estos medios refrigerantes siguen presentando inconvenientes. El agua no puede emplearse a las elevadas temperaturas necesarias para un buen (o elevado) rendimiento termodinámico, y solamente puede aplicarse a través del núcleo un ΔT relativamente pequeño; los gases, incluso a presión, son relativamente deficientes como agentes de transmisión de calor. La consecuencia de todos estos problemas es que el coste de la energía nuclear procedente de los reactores de uranio natural sigue siendo elevado. 15

20 Un objeto de esta invención es, por consiguiente, un reactor perfeccionado para producción de energía a base de uranio natural.

Otro objeto es un reactor de uranio natural, para la producción de energía, dotado de un refrigerante de satisfactorias características de transmisión de calor.

25 Otro objeto es un refrigerante, para tal reactor, que no necesita estar sometido a presión elevada, que sea capaz de trabajar a elevada temperatura y no reacciones con el moderador.

Otro objeto más de la invención es un reactor del género mencionado en el que puede utilizarse como moderador agua pesada, sin someterla a presión. 30

246790



Otro objeto más consiste en un reactor de uranio natural que utiliza como moderador agua pesada, estando provisto de medios para separar el refrigerante del moderador de manera tal que por el moderador es absorbida una pequeña fracción del calor del reactor.

Otros objetos y ventajas de la presente invención se irán desprendiendo de la descripción detallada que sigue, de los dibujos adjuntos y de las reivindicaciones finales.

En los dibujos adjuntos,

- la figura 1 es una sección vertical del reactor;
- la figura 2 es una sección de un conjunto de elementos combustibles;
- la figura 3 es una sección por la línea 3-3 de la fig. 2;
- la figura 4 es una sección de un elemento combustible alternativo;
- la figura 5 es un esquema de circulación del sistema de intercambio o transmisión de calor;
- la figura 6 es un esquema de circulación del sistema de recombinación de D_2O ; y
- la figura 7 es un esquema de circulación del sistema refrigerante del D_2O .

Con referencia ahora a la fig. 1, el reactor se halla situado por debajo del nivel del terreno, rodeado de una protección de hormigón. La cavidad del núcleo está revestida de hierro. El depósito 3 de moderador, la estructura del depósito 4 de refrigerante y las tuberías primarias de refrigeración 5 y 6 son de acero al carbono, lo que representa una economía sobre los de acero inoxidable (que también son apropiados). Todas las superficies que están en contacto con el moderador o los vapores de D_2O están niqueladas hasta un espesor de algunas centésimas de milímetro.

246790



4 M

(por ejemplo, 0,05 mm) para impedir la corrosión. También, puede utilizarse como revestimiento acero inoxidable. El moderador, que ocupa el depósito 3, es agua pesada, aun cuando puede utilizarse el berilio o el óxido de berilio, que también permiten el funcionamiento con uranio natural. El moderador de D_2O absorbe sólo un 8%, aproximadamente, del calor del reactor, por absorción de rayos gamma, moderación de neutrones y conducción; los elementos combustibles que más adelante se describen impiden una mayor absorción de calor. Para evitar que el moderador hierva a causa de su gradual acumulación de calor, el D_2O se saca por una tubería 7 de salida de moderador, se hace pasar por un transmisor o intercambiador térmico externo, y se devuelve luego, por la tubería 8 de entrada de moderador, al depósito de moderador. Para reducir el tamaño de núcleo, el núcleo es sometido a reflexión por medio de un anillo circunferencial de un material reflector 9 de neutrones adecuado. Aun cuando pueden utilizarse para el reflector D_2O , Be o BeO , el grafito es considerablemente más barato, y con él se obtiene un importante ahorro. Para impedir que el grafito se empape de agua, se protege con un metal adecuado 10, resistente a la corrosión, de un valor relativamente bajo de sección recta de absorción térmica de neutrones; este metal puede ser, por ejemplo, acero inoxidable o circonio, prefiriéndose el aluminio para esta aplicación. El depósito del moderador está rodeado de una protección térmica 11 de hierro, para impedir pérdidas de calor y evitar excesivos esfuerzos térmicos en el depósito del núcleo y en la protección de hormigón. El depósito de moderador está sostenido por una viga circular 12. El espacio 13 comprendido entre la parte superior 14 del D_2O y la viga 12 está lleno de un gas inerte, tal como el nitrógeno o un gas noble como el helio. En el núcleo activo 16 va colocada una pluralidad de fun-

- 4 MAR

246790



5 das 15 de elementos combustibles, soportadas en un tabique divisor 17 que separa una cámara plenaria superior 18 de refrigerante de una cámara plenaria inferior 19 de refrigerante. Similarmen-
te, en el núcleo van colocadas unas fundas 20 de elementos de control. Las fundas de elementos combustibles y de control tie-
nen unas ranuras longitudinales 21 para la entrada de refrigerante en las mismas. Las varillas de control ascienden hasta la parte
10 alta del reactor, donde hay un mando usual 22 de varillas de control (del sistema, por ejemplo, de piñón y cremallera) accionado por un motor 23. La varilla de control, que funciona dentro
de la funda, es de tipo usual y puede estar hecha de cualquier material apropiado de gran sección recta de absorción de neutro-
nes, tal como boro, hafnio, litio, europio y otras tierras raras, así como mezclas y aleaciones de los mismos. El material absorbente
15 se aplica, por lo general, por revestimiento al exterior de una varilla de acero, o bien se dispone en forma de una pluralidad de anillos, tal como de anillos de acero al boro, montada sobre la varilla.

20 Las cámaras plenarias superior e inferior, 18 y 19, de refrigerante, estén separadas por el tabique divisor 17. El refrigerante entra en la cámara 19 por medio de la tubería 6 de entrada de refrigerante, pasa al elemento combustible por las ranuras 21, atraviesa el elemento combustible y es devuelto después a la cámara superior 18 de la manera que más adelante se describe.
25 Desde esta última es impulsado mediante una bomba, pasando por el sistema de intercambio térmico y volviendo al reactor. Las tuberías de refrigerante van recubiertas de un aislamiento térmico 24 usual, como, por ejemplo, lana mineral.

30 La protección superior 25 del reactor está formada por unas tapas protectoras interior y exterior, 26 y 27 respectivamente,

246790



1959

que giran a los fines de recambio de elementos combustibles. La tapa protectora giratoria interior 26 tiene un tapón de acceso 28 desmontable, y mediante rotación de las tapas exterior e interior 26 y 27, el tapón desmontable 28 puede ser orientado y colocado encima de cualquier elemento combustible individual, para introducir y extraer del reactor, a través del tapón, dicho elemento combustible. Las envolturas 29 de la protección 25 son de hierro, y contienen unas tapas de aislamiento 24 y de plomo 30.

El refrigerante es un hidrocarburo orgánico de la serie aromática. El género preferido de compuestos orgánicos es el de los polifenilos que comprenden hasta cuatro anillos fenílicos, y sus derivados alquílicos y arílicos. Son particularmente preferidos el difenilo y el trifenilo, tal como el isopropil-difenilo, orto-metatrifenilo y especialmente una mezcla comercial de orto-, meta- y para-trifenilo que se encuentra en el mercado bajo el nombre comercial de Santowx R, que tiene un punto de fusión de aproximadamente 82° C y un punto de ebullición de 440° C a 2,4 atmósferas manométricas. Los polifenilos se caracterizan en general por su relativamente baja presión de vapor y elevado punto de ebullición, lo que evita la necesidad de disponer equipados de depósitos de muy alta presión en el sistema de refrigerante del reactor. Por ejemplo, en el sistema de refrigerante se mantiene una presión total de solamente unas 7 atmósferas manométricas aproximadamente, que se reparten entre unas 4,5 atmósferas en el núcleo y una sobrepresión de unas 2,5 atmósferas, aproximadamente, en el espacio 30 de encima de la cámara superior 18. Esto es suficiente para impedir la ebullición a las temperaturas de funcionamiento del reactor.

El refrigerante de polifenilo se polimeriza lentamente hacia especies más pesadas, bajo los efectos de la radiación y del

246790⁴



5 calor. Por "polímeros" se entienden en este caso compuestos hidrocarburos de más de cuatro anillos fenílicos. Como el polímero, en grandes cantidades, tiene un efecto adverso sobre la transmisión de calor y aumenta las necesidades de bombeo, el refrigerante es continuamente purificado y separado de las fracciones estropeadas. Esto se logra sangrando o derivando una pequeña cantidad del refrigerante, de la corriente de éste, y separando la fracción pesada de los polifenilos incólumes por medios tales como la destilación. La destilación es relativamente sencilla, 10 exigiendo el equivalente de sólo unas pocas placas teóricas. La fracción ligera incólume es luego devuelta al reactor juntamente con fluido de nueva aportación. Como el refrigerante polifenílico no hierve en las condiciones de trabajo del reactor, puede mantenerse a través del núcleo o parte activa, una diferencia de temperaturas mayor que con el agua (por ejemplo, 45°C), 15 y un mayor ΔT . La concentración de polímeros en el sistema refrigerante puede mantenerse al menos a un 30%, aproximadamente, antes de que se produzcan ensuciamientos de las superficies de transmisión de calor, aumento indebido de viscosidad u otros problemas. El espacio 18 de encima del hidrocarburo, en la cámara superior, está llena de un gas inerte, tal como nitrógeno o un gas noble como el helio.

20 Las figs. 2 y 3 representan una realización de un elemento combustible 31 adecuado. El núcleo 32 del elemento combustible es un cilindro hueco de material fisible con un revestimiento o coraza 33 de un metal apropiado de relativamente baja sección recta de absorción de neutrones, tal como el acero inoxidable, el circonio o el aluminio, prefiriéndose el aluminio. El material fisible puede ser uranio natural, ya en forma metálica, 25 en aleación tal como el U-11, o en forma cerámica tal como el



246790

óxido o el carburo de uranio. El UO_2 puede estar comprimido o sinterizado en una matriz en polvo de aluminio o de acero inoxidable.

5 Como se comprenderá, ya que el presente reactor es capaz de alcanzar el punto crítico y funcionar con uranio natural, puede asimismo funcionar, cuando así se designe, con combustibles enriquecidos. En ciertos casos, esto llevaría a un núcleo más pequeño y a mayores densidades energéticas. Un combustible ligeramente enriquecido (por ejemplo, al 1,1% de U-235) puede ser particularmente conveniente cuando se utilicen combustibles de elevada capacidad de agotamiento como el dióxido de uranio y las aleaciones de uranio, ya que proporcionaría la reactividad necesaria para permitir el funcionamiento hasta tales índices de consunción. El presente invento, por lo tanto, no debe interpretarse como estrictamente limitado al funcionamiento con uranio natural.

10 El revestimiento 33 tiene unas superficies extensas, para mejorar la transmisión de calor, en forma de aletas longitudinales 34 tanto en las superficies interiores como en las exteriores. El elemento 31 está soportado desde una varilla de suspensión 35 consistente en una varilla de acero que se extiende a través del elemento combustible hueco. Inmediatamente encima de la parte activa 32 del combustible hay un soporte guía 36 consistente en dos tubos concéntricos de acero, 37 y 38 separados por un anillo 39 justamente por encima del material fisible.

25 El soporte 36 desempeña tres funciones: actúa como divisor del canal de circulación de refrigerante, separando el fluido entrante, más frío, del fluido caliente que sale (el refrigerante hace dos pasadas a través del elemento, en el sentido indicado por las flechas); sirve de soporte guía para mantener la unidad de conjunto del elemento combustible durante las operaciones de

30

246790

- 4



5

10

15

20

25

30

manipulación del combustible; y proporciona una barrera térmica entre los canales de circulación de refrigerante frío y caliente. El tubo interior 37 está soldado al anillo 39, mientras el tubo exterior 38 solamente ajusta contra el mismo. De modo correspondiente, en la parte alta del soporte, el tubo exterior 38 está soldado a un soporte 40 de forma cónica, y el tubo interior 37 solamente ajusta contra el mismo. Esta disposición permite que el refrigerante se cuele en el espacio anular 41 comprendido entre los tubos 37 y 38. Este refrigerante es sensiblemente estático, y sirve de barrera térmica entre el refrigerante de entrada y el de salida. No se presentan dificultades debidas a esfuerzos térmicos, pues ambos tubos pueden moverse en sentido axial por su extremo libre, uno con respecto al otro. El extremo superior de la varilla de suspensión 35 toca a un soporte radial 42 y luego se atornilla en una tuerca de retención 43. El soporte superior 40 tiene una pestaña 44 que asienta en una funda fija 45. El soporte contiene un conjunto de retención consistente en un pasador 46 obligado por resorte, que retiene positivamente el conjunto del elemento combustible en la funda fija 45.

El canal de combustible es un tubo de dobles paredes cerrado por el extremo inferior por un colector 47, al cual va sujeta la varilla de suspensión 35. La pared interna 48 es un tubo de presión de aluminio y puede contener un pequeño porcentaje de alúmina para incrementar su resistencia a elevadas temperaturas. El tubo exterior 49 es un tubo aislante de aluminio; el aislamiento térmico es proporcionado por un hueco o espacio de gases 50 comprendido entre las paredes 48 y 49 del tubo. La temperatura exterior del tubo es casi igual a la temperatura del moderador de D_2O que lo enfría. La tempera-

246790⁴ MAR



tura del tubo interior de presión varía en sentido axial con la temperatura del hidrocarburo refrigerante.

5 El tubo aislante 49 va sujeto al tubo de presión 48 mediante soldadura a fuego con aluminio, cerca de la parte inferior de la funda fija 45. El tubo de presión 48 está cerrado por la parte inferior con un tapón 51 al cual va sujeto mediante soldadura a fuego con aluminio, y está separado del tubo exterior 49 con un pasador 52. El tubo de paredes dobles, que es desmontable, tiene una pestaña superior 53 que asienta en 10 el saliente 54 del fondo o parte inferior de la funda fija 45. Una contratuerca interna 55 sujeta al tubo de paredes dobles en su sitio, ejerciendo una fuerza constante sobre la pestaña 53 a través de una arandela ondulada de resorte 56. Dos arandelas de guía 57 y 58 sitúan en posición la arandela ondulada de resorte 56, desempeñando la superior 57, además, la función 15 adicional de facilitar unos orificios. Un anillo de junta 59 metálico, hueco y relleno de gas (u otro dispositivo estático adecuado de cierre hermético) impide el escape de hidrocarburo refrigerante a la región del moderador.

20 La circulación del refrigerante se efectúa en el sentido indicado por las flechas, desde la cámara plenaria inferior 19, a través de la ranura 21, bajando por el tubo de presión 48 y subiendo luego por el centro del elemento combustible hasta la cámara plenaria superior 18.

25 En la fig. 4 se representa, como alternativa, un proyecto distinto de elemento combustible. El elemento consiste en placas planas 60 de combustible de tres anchuras diferentes, que dan en conjunto una forma aproximadamente circular, en el interior de un tubo cilíndrico de paredes dobles. El refrigerante 30 fluye a lo largo de las placas de combustible 60 en una sola

- 4 MAR. 1954



246790

pasada a través del elemento combustible por el interior del tubo interno 61. El espacio 62 comprendido entre el tubo interior 61 y el tubo exterior 63 está relleno de un aislante gaseoso. Las placas de combustible comprenden un núcleo o parte interior 64 de material fisible con un revestimiento 65 sobre el mismo. Los materiales del núcleo 11, del revestimiento y de los tubos son los mismos que anteriormente se han indicado. El método de fabricación de tales placas de combustible es el bosquejado en la comunicación de Cunningham a la publicación "Proceedings of The Geneva Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy" ("Actas de la Conferencia de Ginebra sobre los usos pacíficos de la energía nuclear"), vol. 9, titulado "MTR-Type Fuel Elements" ("Elementos combustibles del tipo MTR").

El equipo externo de intercambio térmico o transmisión de calor se muestra en el esquema de conjunto de circulación de la fig. 5, que en esencia se explica por sí misma. Hay dos bucles o circuitos cerrados dobles de intercambio de calor, yendo el refrigerante orgánico desde la cámara plenaria superior del reactor, a través de un recalentador de vapor, hasta un evaporador, y volviendo el refrigerante orgánico enfriado a la cámara plenaria inferior. En el separador de vapor se efectúa una separación del vapor y de agua con respecto a ésta, volviendo el agua separada a pasar al evaporador y siendo el vapor recalentado por el refrigerante saliente, en el recalentador de vapor, antes de ir a las turbinas. Se dispone un depósito de expansión del refrigerante para mantener en el reactor el nivel apropiado de refrigerante orgánico; el refrigerante se dilata en volumen con la temperatura. El sifón de vapores de refrigerante que hay encima del depósito de expansión recoge gases tales como el metano y otros resultantes de



-4 MAR
246790

5 la descomposición del polifenilo, y reduce la presión existente en el sistema. Si los gases no son fuertemente radiactivos pueden pasarse a una chimenea y ser quemados directamente. Si son radiactivos, los gases se pasan primero a través de un sistema usual de absorción de gases radiactivos, que contiene condensadores y absorbedores tales como carbón vegetal activado y/o gel de sílice. Después de la descontaminación y retención, los gases pueden ser quemados. El sistema de descarga o alivio de presión absorbe cualquier sobrepresión transitoria repentina, y protege al reactor contra aumentos de presión debidos a fallos en el sistema de vapor de agua a presión elevada. El sistema recombinador de D_2O se representa con mayor detalle en la fig. 6, y el sistema refrigerante del D_2O en la fig. 7.

10
15 El moderador de agua pesada es susceptible de experimentar cierta descomposición en D_2 y O_2 , sometido a radiación nuclear. La superficie del D_2O en el depósito de moderador es, por tanto, continuamente barrida con un gas inerte para extraer el D_2 y el O_2 , con el fin de impedir la formación de una concentración explosiva de D_2 . Como se indica en el esquema de circulación de la fig. 6 que es esencialmente explicativo por sí mismo, el gas de barrido, que contiene He , D_2 , O_2 y vapores de D_2O se pasa por una columna de platos de burbujeo y un recombinador catalítico (que contiene pastillas de alumina platinadas). El vapor de agua pesada reconstituido se
20
25 pasa luego por un condensador y vuelve al depósito de moderador o al de almacenamiento por medio de un ventilador (o compresor).

30 El moderador de D_2O absorbe aproximadamente el 8,5% del calor del reactor, por absorción de rayos gamma, moderación de neutrones y conducción desde los elementos combustibles.

246790

-4 M



Este calor es eliminado, como se indica en la fig. 7, haciendo circular el D_2O a través de un transmisor o intercambiador térmico externo en el que el calor es transmitido al agua de refrigeración; a este objeto se utiliza parte del agua refrigerante del condensador, pero también puede llegarse a utilizar el D_2O para caldear el agua de alimentación.

El sistema de instrumentos del reactor no es crítico, ya que no presenta inusitados problemas de control. Este sistema de instrumentos viene generalmente definido o impuesto por el espectro neutrónico del reactor, más que por sus constantes de proyecto. Como este reactor es de tipo térmico, cualquier sistema de instrumentos destinado a un reactor térmico es satisfactorio. Es muy satisfactorio el sistema de instrumentos de un reactor con moderador orgánico (véase el informe NAA-SR-1700, Fig. 15, obtenido de La Oficina de Servicios Técnicos, Ministerio de Comercio, Washington, D.C., para el sistema de instrumentos del Experimento con reactores de moderador orgánico. Este sistema puede ser directamente utilizado en este caso).

La tabla que sigue constituye un ejemplo específico de nuestra invención e indica los datos principales de proyecto y las condiciones de funcionamiento.

T A B L A:

Potencia:

Salida térmica, MW	120,0
Potencia eléctrica global, MW	32,5
Potencia eléctrica neta, MW	30,0

Combustible y material:

246790^{-4 MA}



	Material combustible	Uranio natural metálico
	Cantidad de combustible en el núcleo, kg	18.350
	Inventario total de combustible, kg	29.500
	Geometría del elemento combustible	cilindro hueco
5	Dimensiones del elemento combustible, cm.	3,8 diám. int., 5,7 diám. ext.,
	Número de elementos combustibles	233
	Número de elementos de seguridad y control	20 aprox.
	Espesor de revestimiento de aluminio, mm	0,5
10	Geometría de retícula	triangular
	Pasa de retícula, cm	20,3
	Diámetro del núcleo activo, metros	3,35
	Longitud del núcleo activo, metros	3,05
	Reflector	grafito (reves- tido de aluminio)
15	Moderador	D ₂ O
	Cantidad de moderador en reactor, tons.	45
	Cantidad de moderador en el sistema de transmisión de calor, tons.	5
20	Cantidad total de moderador, tons.	50
	Material de protección térmica	hierro o acero al carbono
	<u>Material del recipiente del reactor:</u>	
	Sección superior	acero al carbono
25	Sección inferior	acero al carbono (revestido de acero in- oxidable o niquelado)
	<u>Protección biológica:</u>	
30	Parte superior	hidrocarburo, hierro y plomo

246790

-4 MAR



Costados

hormigón y tierra.

Sistema de extracción del calor:

	Temperatura de salida de refrigerante, °C	315
	Temperatura de entrada de refrigerante, °C	271
5	Caudal de refrigerante, kg/hora	$3,8 \times 10^6$
	NR de bucles de transmisión de calor	2
	Velocidad de refrigerante (max.), m/seg.	7,6
	Pérdida de presión en núcleo (elementos central), atmósferas	3,4
10	Coefficiente pelicular de transmisión de calor (máx.) kcal/h.m ² °C	7.530
	Flujo térmico (máx.), kcal/h. m ²	$5,45 \times 10^5$
	Flujo térmico (medio), kcal/h. m ²	$23,6 \times 10^4$
	Caudal de vapor de agua, kg/h	$1,87 \times 10^6$
15	Presión de vapor, atmósferas absolutas	24
	Temperatura del vapor, °C	274

Valores físicos:Flujo neutrónico térmico en combustible, n/cm²seg.:

	Promedio	$2,6 \times 10^{13}$
20	máximo	$5,8 \times 10^{13}$
	Utilización térmica	0,92
	Probabilidad de escape de resonancia	0,87
	Relación de neutrones rápidos producidos a captura de neutrones térmicos	1,34
25	Factor de escisión rápida	1,03
	Factor de multiplicación infinita	1,10
	Desviación (buckling) cm ⁻²	$2,94 \times 10^{-4}$
	Sección de absorción macroscópica, cm	0,01166
	Coefficiente de difusión, cm	0,92824
30	Area de difusión, cm ²	80



- 4 MAR. 1958

Edad de Fermi, cm^2 **246790** 140
Razón de conversión inicial 0,82

Absorción térmica de neutrones en los materiales (%):

	en hidrocarburo	3,571
5	en aluminio	3,358
	en acero	0,806
	en D_2O	0,756
	en combustible	91,509

10 El ejemplo que antecede es meramente ilustrativo, y no restrictivo, de nuestra invención. Aquellas personas entendidas en la materia podrán efectuar en el mismo modificaciones que aún queden comprendidas en el ámbito de esta invención. Por consiguiente, la presente invención no debe considerarse
15 limitada más que en la forma indicada en las siguientes reivindicaciones.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el día 3 de Febrero de 1.958, bajo el número 713.014, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto-Ley sobre Propiedad Industrial.
20

N O T A

25 Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de la presente solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1ª. - Un reactor nuclear con moderador de agua pesada, combustible de uranio y refrigerante de hidrocarburo.

2ª. - Un reactor conforme a la reivindicación 1, en el que dicho hidrocarburo es un polifenilo.
30

3ª. - Un reactor conforme a la reivindicación 1 ó 2,

246790



en el que dicho moderador es mantenido a aproximadamente la presión atmosférica ambiente.

5 42. - Un reactor conforme a la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado por disponer de medios para separar dicho moderador y dicho refrigerante, merced a lo cual dicho moderador absorbe cantidades relativamente pequeñas del calor del reactor.

10 52. - Un reactor conforme a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye una tubería de salida de dicho reactor y una tubería de entrada a dicho reactor, tuberías que llevan dicha agua pesada a través de un transmisor o intercambiador térmico externo.

15 62. - Un reactor nuclear que comprende un depósito de núcleo, un moderador de agua pesada en dicho depósito de núcleo, un reflector de neutrones dispuesto en dicho depósito, una pluralidad de elementos combustibles de uranio dispuestos en posición en dicha agua pesada, medios para hacer pasar un refrigerante de polifenilo a través de dichos elementos combustibles, estando separados dicho refrigerante y dicha agua pesada, y en el que dicho moderador es mantenido a una presión
20 aproximadamente igual a la atmosférica ambiente.

72. - Un reactor conforme a la reivindicación 6, en el que el reflector de neutrones se escoge de entre el grupo consistente en agua pesada, grafito, berilio u óxido de berilio.

25 82. - Un reactor conforme a la reivindicación 6 ó 7, en el que cada uno de dichos elementos combustibles comprende unos recipientes concéntricos, estando el combustible de uranio dispuesto en los interiores, de dichos recipientes, y pasando dicho refrigerante a través de dicho elemento combustible en dicho recipiente interior.

30 92. - Un reactor nuclear que comprende un depósito de núcleo, agua pesada en dicho depósito, un reflector de grafito

246790

- 4 MAR



que rodea circunferencialmente dicha agua pesada, estando dicha agua pesada mantenida aproximadamente a la presión atmosférica ambiente, unas tuberías de entrada y salida en dicho depósito de núcleo para hacer pasar dicha agua pesada a través de un transmisor de calor externo, una pluralidad de elementos combustibles situados en posición en dicha agua pesada, comprendiendo cada uno de dichos elementos combustibles un tubo interno y un tubo externo concéntricos yendo el combustible de uranio dispuesto dentro de dicho tubo interno, un aislamiento térmico en el espacio anular comprendido entre dichos tubos, un refrigerante de polifenilo que se hace pasar a través de dichos elementos combustibles en los mencionados tubos internos.

102. - Un reactor conforme a la reivindicación 9, en el que cada elemento combustible de uranio comprende un cilindro hueco, entrando dicho refrigerante polifenílico en dicho elemento combustible por entre dicho tubo interno y el exterior de dicho cilindro, y saliendo de dicho elemento combustible por el interior de dicho cilindro.

112. - Un reactor conforme a la reivindicación 10, en el que dicho espacio anular comprendido entre dichos tubos está lleno de un gas inerte; dicho uranio está revestido de un metal, resistente a la corrosión, de relativamente baja sección recta de absorción térmica de neutrones; y las corrientes entrante y saliente de refrigerante orgánico están térmicamente separadas.

122. - Un reactor nuclear que comprende: un depósito de núcleo; agua pesada en dicho depósito; un reflector de grafito colocado en dicho depósito rodeando circunferencialmente dicha agua pesada, estando dicho grafito revestido de un metal, resistente a la corrosión, de relativamente baja sección recta.

246790



de absorción térmica de neutrones, teniendo dicho depósito de núcleo una tubería de entrada y otra de salida para el paso de dicha agua pesada a través de un transmisor o intercambiador térmico externo y estando dicho depósito de núcleo mantenido

5 aproximadamente a la presión atmosférica ambiente; una pluralidad de elementos combustibles situados en posición en dicha agua pesada, cada uno de los cuales elementos comprende un tubo interno y un tubo externo concéntricos; un cilindro hueco de uranio natural situado en dicho tubo interno, estando dicho

10 uranio revestido de un metal, resistente a la corrosión, de relativamente baja sección recta de absorción térmica de neutrones, estando el espacio anular entre dichos tubos lleno de un gas inerte; un depósito de refrigerante que comprende una cámara plenaria superior y otra inferior situadas encima de dicho

15 depósito de núcleo, conteniendo dicho depósito de refrigerante un refrigerante de polifenilo; medios para hacer pasar dicho polifenilo desde dicha cámara plenaria inferior a través de cada uno de dichos elementos combustibles, entrando en dicho elemento combustible por entre dicho tubo interno y el exterior de dicho cilindro de uranio, y volviendo a dicha cámara superior a través del interior de dicho cilindro de uranio.

20

13r. - Un reactor conforme a la reivindicación 12, en el que dichos metales resistentes a la corrosión se escogen de entre el aluminio, circonio o acero inoxidable.

25 14r. - Un reactor conforme a la reivindicación 12 ó 13, en el que el mencionado revestimiento para dicho uranio es aluminio, estando dicho espacio anular entre dichos tubos interno y externo relleno de helio, y en el que dichas corrientes de entrada y salida de polifenilo estén térmicamente separadas.

30

- 4



152. - Un reactor nuclear. **246790**

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

5

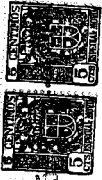
Esta Memoria consta de veinte hojas, escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, - 4 MAR. 1959

F. A.

SECRETARIO DE ESTADO
F. A.

AG/.



1945

246790

Handwritten signature or initials

FIG. 7

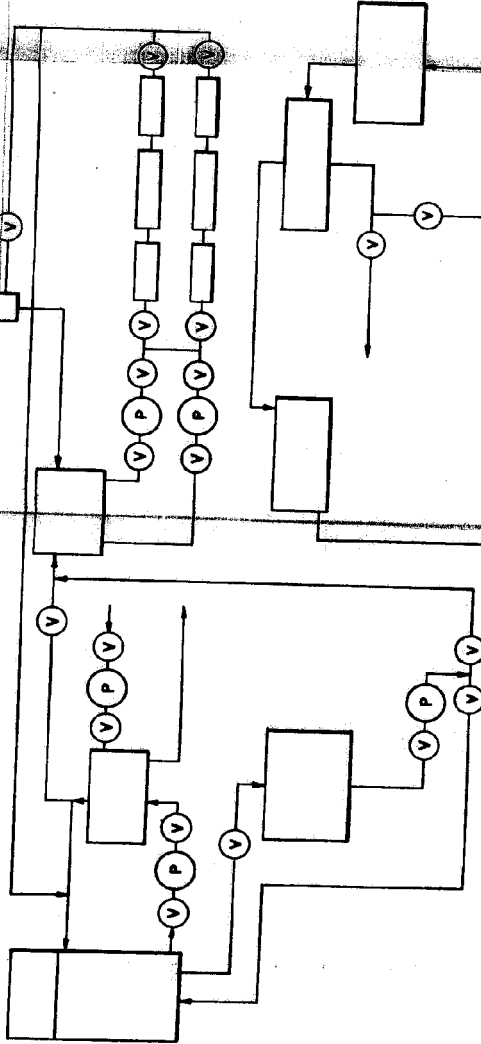
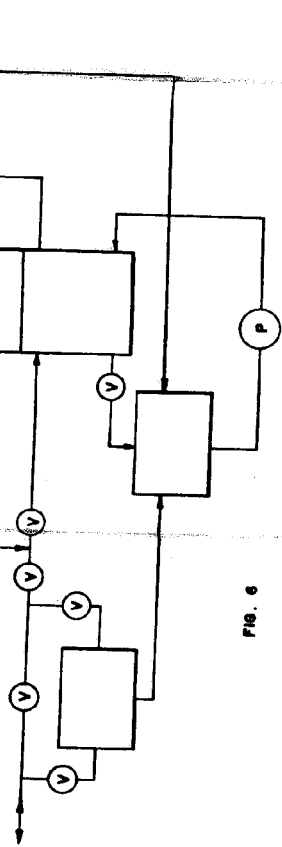
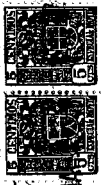


FIG. 6





2 46790 M

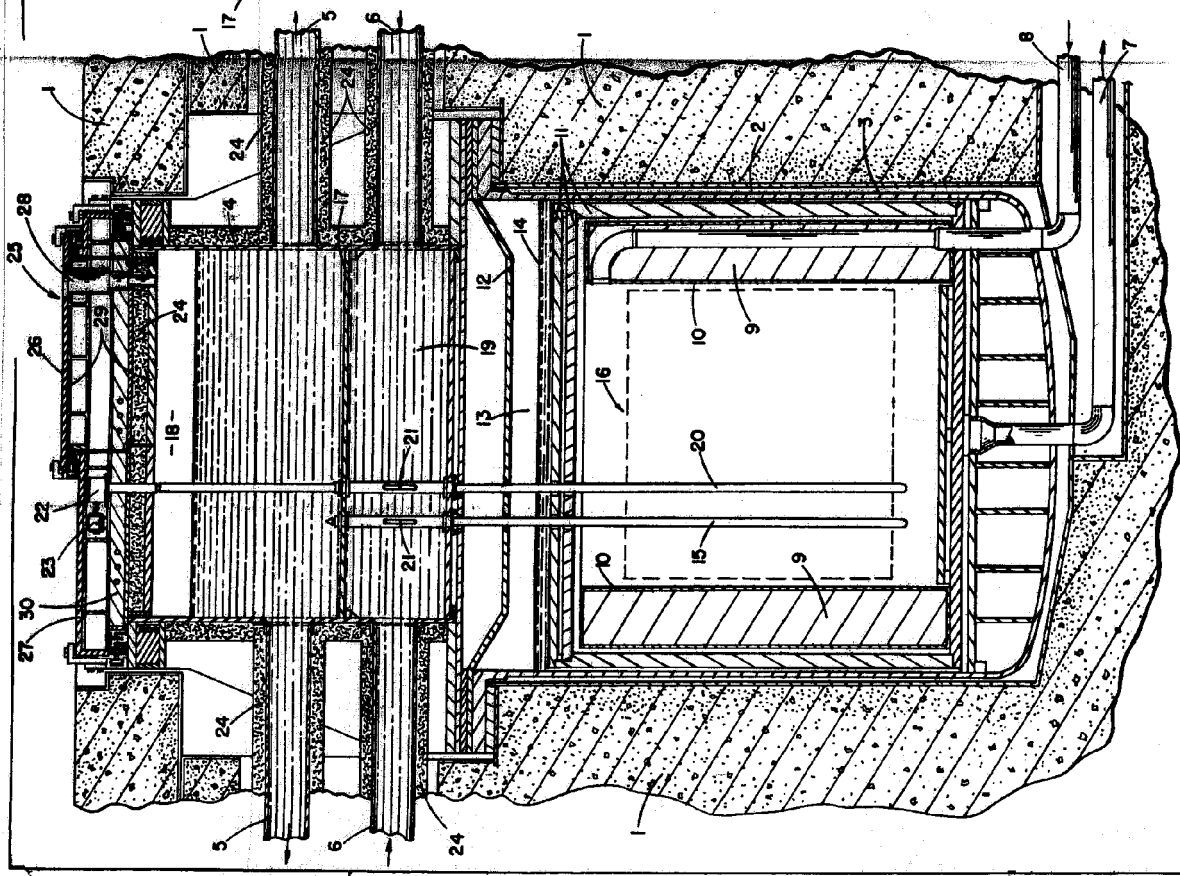


FIG. 1

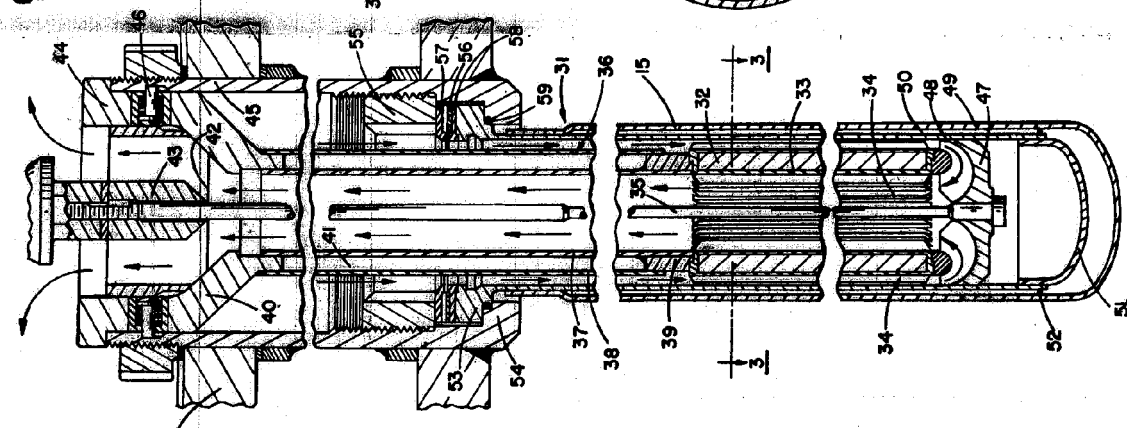


FIG. 2

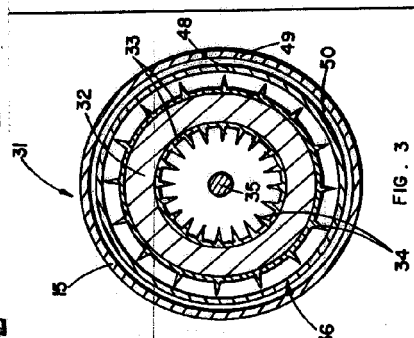


FIG. 3

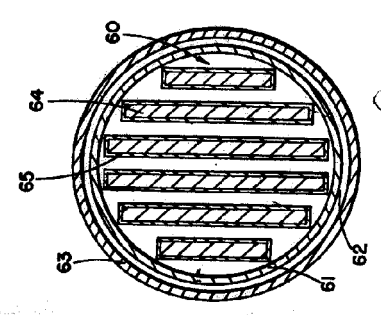
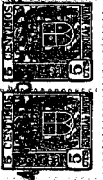


FIG. 4

Handwritten signature or initials.



246790

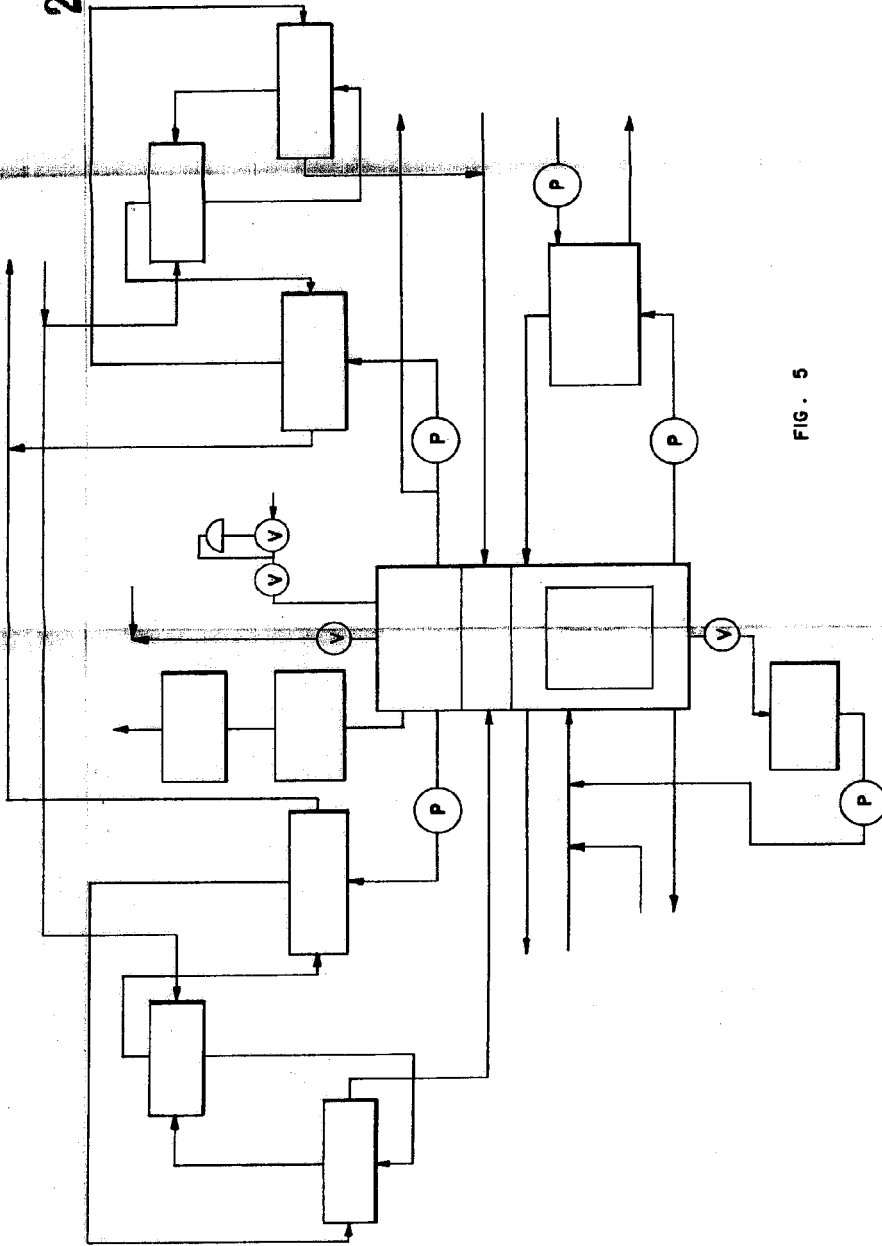


FIG. 5

Auth